

山岳トンネルにおける掘削サイクル判定システムの開発

西松建設 正会員 ○三井 善孝
正会員 山本 悟
sMedio 園田 香織

1. はじめに

近年では、人口減少に伴う働き手不足や次世代への技術継承をはじめとした労働に関する課題が増えてきており、その解決策のひとつとして、AI（人工知能）活用技術の開発が進められている^{1) 2)}。建設業においても、人間の暗黙知に基づいた作業が多いため同様の課題を抱えている。特に山岳トンネル工事では、工程が周期的であるため機械に判断を委ねることが比較的容易と考えられるが、未だに自動化が進んでいない。そのため、山岳トンネル工事において AI 活用技術を導入することは、種々の課題を解決し、生産性や安全性の向上をもたらすと考えられる。

以上の背景より筆者らは、AI を活用して山岳トンネルの省人化・自動化施工を目指すための『山岳トンネル AI ソリューション』の構築を進めている。本稿では、『山岳トンネル AI ソリューション』の概要について紹介するとともに、その要素技術として開発した『掘削サイクル判定システム』の内容を述べる。

2. 『山岳トンネル AI ソリューション』の概要

筆者らは、山岳トンネル工事における様々な課題を解決するために AI 活用技術の開発を進めており、それらの要素技術を取りまとめたものを『山岳トンネル AI ソリューション』と称している（図－1）。

例えば、「施工・品質」の分野では、重機制御や切羽作業の判定等の、自動化の要素技術となるような AI 活用技術の開発が考えられる。また、覆工コンクリート評価のように、広範囲を対象に観察作業を行う場合には、AI に代行させることで効率化が期待される。

「地山評価」の分野では、切羽評価、切羽前方探査、変位予測等に関する技術の開発が考えられる。これまで経験豊富な技術者が担っていた高度な判断を AI に実施・補助させることにより、知識の浅い若手職員でも業務を容易に遂行可能となると考えられる。

「安全・健康」の分野では、職員や作業員の体調を AI に判定させることで、より客観的に健康状態を把握・管理することが可能となると考えられる。また、重機や作業員をトラッキングさせ、接触の危険性がある場合に警報を出させることで、事故を防止することが可能となる。

ここに挙げたものは現時点で考えられる要素技術の一例であり、現場の需要や社会情勢の変化に合わせて開発内容を検討していく。

3. 『掘削サイクル判定システム』

(1) 概要

本システムは、ネットワークカメラで取得した切羽の映像を常に AI に見せ、穿孔・装薬、発破、ずり搬出等の切羽作業を判定させることで、掘削サイクルの把握を可能とする。



図－1 『山岳トンネル AI ソリューション』

キーワード 山岳トンネル, AI（人工知能）, 掘削サイクル

連絡先 〒105-0004 東京都港区新橋 6-17-21 西松建設株式会社 技術研究所 TEL 03-3502-0279

従来は施工状況を目視により断続的に把握していたのに対し、本システムでは連続的に昼夜問わず自動で判断することが出来るため、日々の掘削サイクルをより正確に把握・分析することが可能となり、掘削サイクルの改善による生産性向上が期待される。また、掘削サイクルをデータとして取得できるため、例えば坑内設備の自動制御システムの入力要素としての利用が期待される。

(2) 構成

本システムは、ネットワークカメラ、クラウドサーバー、および複数の PC 端末により構成される (図-2)。

切羽に向けて設置されたネットワークカメラから、現場 LAN を通してライブ映像が配信される。ネットワークカメラは、切羽作業の判定に用いる映像の解像度が十分高く、坑内環境 (湧水や粉塵) に耐えられるものを選定した (図-3)。

現場事務所等に設置された判定用 PC には学習モデル (学習済みの AI) が入っており、配信されたライブ映像から切羽作業の内容が判定される (図-4)。

これらのライブ映像や AI の判定結果はクラウドへも自動で転送され、現場だけでなく本社や支社等の支援部署においても、データの閲覧が可能である。判定結果の修正 (教師データ作成) やデータの分析は、ウェブアプリを通して容易に行える (図-5)。

映像と修正された判定結果は、支援部署の学習用 PC に転送される。これらのデータを教師データとして AI に学習を施し、判定用 PC 内の学習モデルを更新することで、判定精度の継続的な向上を図っている。

4. おわりに

今回、掘削サイクルを把握するためのシステムとして『掘削サイクル判定システム』を開発した。本システムを当社施工中の現場に適用中であり、AI による判定や教師データの収集を進めている。また、将来的には坑内の無人化施工を目標としており、今後は『山岳トンネル AI ソリューション』の要素技術の拡充も進めていく予定である。

参考文献

- 1) 浅川伸一, 江間有沙, 工藤郁子, 巢籠悠輔, 瀬谷啓介, 松井孝之, 松尾豊: ディープラーニング G 検定 (ジェネラリスト) 公式テキスト, pp.251-252, 翔泳社, 2018.
- 2) 独立行政法人情報処理推進機構: AI 白書 2017, pp.189-190, 角川アスキー総合研究所, 2017.

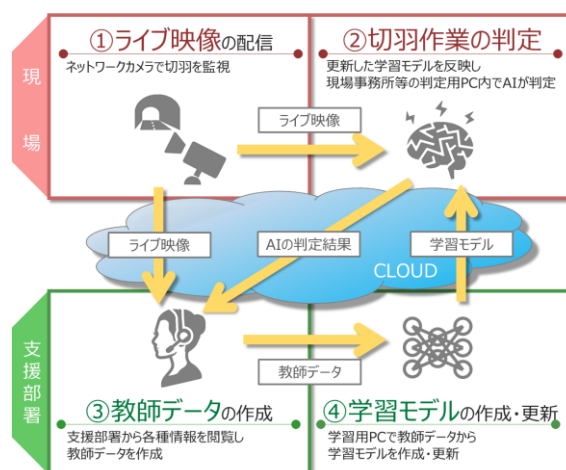


図-2 システム構成



図-3 ネットワークカメラ設置の様子



図-4 リアルタイム判定画面の例



図-5 教師データ作成画面の例